

# Kulturangepasster Pflanzenschutz bei hochwachsenden Gemüsekulturen im Gewächshaus

Jacob Rüegg<sup>1</sup>, René Total<sup>1</sup>, Mauro Jermini<sup>2</sup>, Sebastiano Scettrini<sup>2</sup>, Ronald Wohlhauser<sup>3</sup>, Stefan Wolf<sup>3</sup> und Graham Sanderson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

<sup>2</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centro di Cadenazzo, 6594 Contone

<sup>3</sup>Syngenta Crop Protection AG, 4002 Basel

Auskünfte: E-Mail: jacob.rueegg@acw.admin.ch, Tel. +41 44 783 64 28 / 079 777 26 17



**Abb. 1** | Auberginen Sorte Madonna, Reihenabstand 2 Meter. 14 Tage nach der Pflanzung: Laubwand 53 cm hoch, berechnete Laubwandfläche 5340 m<sup>2</sup> pro ha, ermittelte Blattfläche etwa 2800 m<sup>2</sup> pro Hektare (A) und 121 Tage nach der Pflanzung: Laubwand 227 cm hoch, berechnete Laubwandfläche 22 710 m<sup>2</sup> pro ha, ermittelte Blattfläche etwa 65 000 m<sup>2</sup> pro Hektare (B).

## Einleitung

Krankheiten und Schädlinge zuverlässig unter der Schadschwelle zu halten gehört zu den Kernelementen einer erfolgreichen Produktion von Tomaten, Gurken, Auberginen und Paprika im Gewächshaus. Schadinsekten und Milben werden vorrangig durch den Einsatz biologischer Gegenspieler im Schach gehalten; der Einsatz von Insektiziden und Akariziden hat sich in den letzten Jahren deutlich verringert, ist aber bei einer kritischen, raschen Vermehrung der Schädlinge zuweilen noch nötig. Die Ausbreitung von Pilzkrankheiten kann durch eine gute Klimaführung in modernen Gewächshäusern stark eingedämmt, aber nicht immer ausreichend unter Kontrolle gebracht werden. Fungizide aus verschiedenen Wirkstoffklassen werden meist wieder-

holt und präventiv eingesetzt, da zuverlässige Prognosemodelle für die wichtigsten Pilzkrankheiten im Gewächshausbereich fehlen und somit ein zeitlich gezielter Einsatz auf Grund einer Prognose nicht möglich ist. Von einem modernen Pflanzenschutz wird erwartet, dass die Pflanzenschutzmittel gezielt, wirkungsvoll und zugleich sparsam eingesetzt werden. Kulturangepasster Pflanzenschutz bedeutet zweierlei: a) die Dosis des gewählten Produktes und das Wasservolumen sollen der jeweiligen Kultur und ihrem Wachstum angepasst werden und b) das Gerät soll das anzuwendende Produkt möglichst vollständig und gut verteilt auf die Kultur applizieren. In der Mehrheit der Fälle soll das Blattwerk der Kultur behandelt werden, damit ist die gesamte Blattfläche der Pflanzen die Zielfläche des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Je nach Schad-

erreger und Kulturstadium sind zuweilen auch nur bestimmte Abschnitte der Blattfläche zu behandeln. Zum Schutz der Anwendenden, der Umwelt und aus Kostengründen ist eine möglichst hohe Wiederfindungsrate anzustreben, das heisst ein möglichst hoher Prozentsatz von etwa 60–85 % der total ausgebrachten Wirkstoffmenge soll auf der Kultur angelagert werden. Die Anforderungen an einen kulturangepassten Pflanzenschutz sind nicht einfach zu erfüllen. Heute stellt man bei den üblichen Geräten fest, dass die Verteilung der applizierten Pflanzenschutzmittel in der ganzen Kultur oft noch recht ungleich ist und vor allem die Unterseiten der Blätter wenig bis gar nicht erreicht werden. ACW prüft in Zusammenarbeit mit der Industrie bestehende und neuere Typen von Geräten. In der hier vorgestellten Arbeit soll der ebenfalls noch nicht befriedigend gelöste Aspekt «Anpassung der Produktdosis und des Wasservolumens an die Blattfläche der jeweiligen Kultur» näher beleuchtet werden. Ein erster, wichtiger Schritt auf diesem Weg besteht darin, dass die Blattfläche als Zielfläche des Pflanzenschutzmitteleinsatzes besser erfasst und mit einem möglichst einfachen Massstab gut charakterisiert werden kann.

## Material und Methoden

In den Jahren 2009 und 2010 wurden von ACW bei Tomaten, Gurken, Auberginen und Gemüsepaprika wiederholte Messungen an eigenen Kulturen sowie solchen in Praxisbetrieben der Süd- und Nordschweiz durchgeführt (Abb. 1 bis 3). In ein- bis dreiwöchigen Abständen wurden jeweils bei zehn repräsentativen Pflanzen die Höhe und Breite der Laubwand gemessen und die Anzahl Blätter pro Pflanze bestimmt. Anhand von Stichproben repräsentativer Blätter wurde deren projizierte Fläche mittels elektronischer Blattflächenmessgeräte (Firma LI-COR Inc. Lincoln, Nebraska USA; stationäres Modell LI-3100A und Portables Modell LI-3000A) bestimmt (Abb. 3a). Auf Grund der Pflanzabstände in den Reihen und der Distanzen zwischen den Reihen wurde die Pflanzenzahl pro Hektare bzw. Quadratmeter ermittelt. Mittels dieser Daten wurde die Blattfläche pro Pflanze bzw. pro Hektare berechnet (Abb. 3b).

Bei Auberginen (Abb. 1a, 1b), Gurken (Abb. 2a, 2b) und Paprikapflanzen war die Zunahme der Laubwandfläche und der Blattfläche pro Woche Wachstumszeit recht unterschiedlich. Die Zielfläche für den Einsatz der Pflanzenschutzmittel veränderte sich im Laufe des Wachstums stark und fiel nicht bei allen Kulturen gleich aus. Die bisher vorhandenen Daten müssen durch weitere Messwerte ergänzt werden, um ein vollständigeres Bild des Blattflächenwachstums zu erarbeiten. >

## Zusammenfassung

Bei den hochwachsenden Gewächshauskulturen Tomaten, Gurken, Auberginen und Paprika ist zur Zeit für die Praktiker unklar, wie sie die Dosierung der Fungizide, Insektizide und Akarizide an die wachsenden Kulturen anpassen sollen. In den meisten Fällen stellt die Blattfläche der Kultur die Zielfläche für den Einsatz von Produkten gegen Schädlinge und Pilzkrankheiten dar. Erste Messungen zeigen, dass die Blattfläche bei Auberginen, Gurken und Paprika indirekt durch die einfach zu bestimmende Laubwandfläche mit ausreichender Genauigkeit geschätzt werden kann. Bei Tomaten sind wegen der Vielzahl von Anbauformen und Sorten weitere Messungen nötig. Als provisorisches Arbeitsmodell wird vorgeschlagen, dass eine Laubwandfläche von 20000 m<sup>2</sup> pro Hektare der Basisproduktmenge entspricht, welche sich aus dem Basiswasservolumen von 1000 Liter pro Hektare und der bewilligten Anwendungskonzentration errechnet. Ähnlich wie im Obst-, Wein- und Beerenbau könnte dann das einfach konzentrierte Brühevolumen linear der Laubwandfläche nach oben und unten angepasst werden. Das provisorische Dosiermodell muss durch weitere Messungen und Versuche validiert werden. Überdies müssen auf der Seite der Applikationsgeräte weitere Verbesserungen erzielt werden, damit das zu applizierende Brühevolumen möglichst vollständig und gut verteilt auf der jeweiligen Kultur ausgebracht wird.



**Abb. 2 |** Gurken Sorte Loustik, Reihenabstand 2 Meter. 16 Tage nach der Pflanzung: Laubwand 80 cm hoch, berechnete Laubwandfläche 8100 m<sup>2</sup> pro ha, ermittelte Blattfläche etwa 3000 m<sup>2</sup> pro Hektare (A) und 56 Tage nach der Pflanzung: Laubwand 332 cm hoch, berechnete Laubwandfläche 33 200 m<sup>2</sup> pro ha, ermittelte Blattfläche etwa 22 500 m<sup>2</sup> pro Hektare (B).

## Resultate und Diskussion

Die Bestimmung der Blattfläche einer Kultur, wie oben kurz beschrieben, ist ein aufwändiger Vorgang. Es ist daher naheliegend, nach einem einfachen Massstab zu suchen, welcher die Blattfläche einfach, rasch und mit annehmbarer Genauigkeit beschreiben könnte. Die Höhe der Laubwand, gemessen als Distanz vom untersten Blatt bis zur Triebspitze, lässt sich einfach und rasch bestimmen. Die Distanz zwischen den Reihen ist dem Produzenten von der Pflanzung her bekannt, kann aber auch leicht nachgemessen werden. Mit diesen beiden

einfach zu bestimmenden Grössen lässt sich die Fläche der Laubwand zu beiden Seiten der Pflanzreihen und für alle Pflanzreihen pro Hektare einfach berechnen. Abbildung 4 erläutert am Beispiel Auberginen die nötigen Messungen und die resultierende Berechnung. Analog kann auch für Gurken, Paprika und Tomaten in jedem Wachstumsstadium die Laubwandfläche rasch ermittelt werden. Für die Beispiele Auberginen und Gurken zeigen die Abbildungen 5 und 7 den Verlauf der Laubwandfläche während des Wachstums dieser Kulturen, gleichzeitig ist auch die effektiv gemessene Blattfläche dargestellt. Ist nun die Laubwandfläche als ein-



**Abb. 3a |** Die projizierte Blattfläche einer repräsentativen Anzahl Blätter pro Gemüsepaprika – Pflanze wird mit einem elektronischen, mobilen Blattflächenmessgerät gemessen. Jeder Messzeitpunkt beruht auf einer Stichprobe von zehn Pflanzen.



**Abb. 3b |** Gemüsepaprika Sorte Derby, Reihenabstand 2,2 Meter. 57 Tage nach der Pflanzung, Höhe der Laubwand 102 cm; berechnete Laubwandfläche 9309 m<sup>2</sup> pro ha, ermittelte Blattfläche etwa 11 500 m<sup>2</sup> pro Hektare.

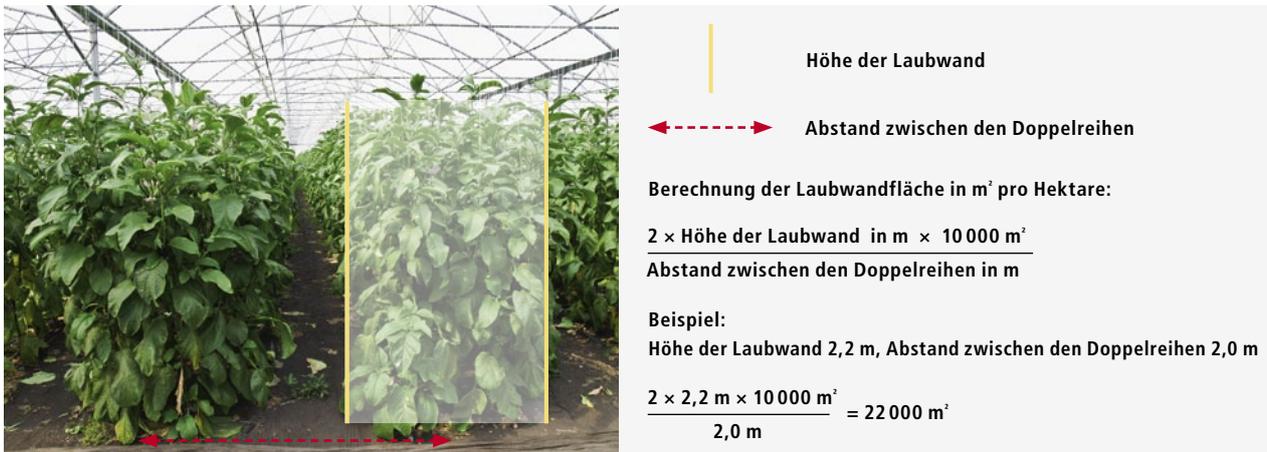


Abb. 4 | Berechnung der Laubwandfläche am Beispiel einer Auberginenkultur.

fach zu bestimmende Größe ein guter Massstab zur Beschreibung der Blattfläche? Die in den Abbildungen 6 und 8 dargestellten Regressionsrechnungen zeigen, dass ein valabler Zusammenhang zwischen Laubwandfläche und Blattfläche besteht. Konkret heisst dies, dass die effektiv vorhandene Blattfläche durch die Laubwandfläche angenähert beschrieben werden kann. Auch bei Gemüsepaprika ergeben die bisherigen Messungen (Abb. 9), dass die schnell und einfach zu bestimmende Laubwandfläche als indirekter Massstab für die gesamte Blattfläche der jeweiligen Kultur in Frage kommen kann.

Bei Tomaten erwarten wir, dass trotz Sortenunterschieden, die Laubwandfläche geeignet ist, um die Blattfläche zu charakterisieren.

Auf Grund der bisherigen Messungen gehen wir von der vorläufigen Annahme aus, dass die Laubwandfläche die Blattfläche und somit die Zielfläche des Einsatzes von Fungiziden, Insektiziden und Akariziden bei Auberginen, Gurken, Tomaten und Gemüsepaprika ausreichend gut schätzen dürfte. Als nächster Schritt stellt sich nun die Frage, wie der Massstab «Laubwandfläche» sich in eine Dosierungsanleitung übersetzen lässt. >

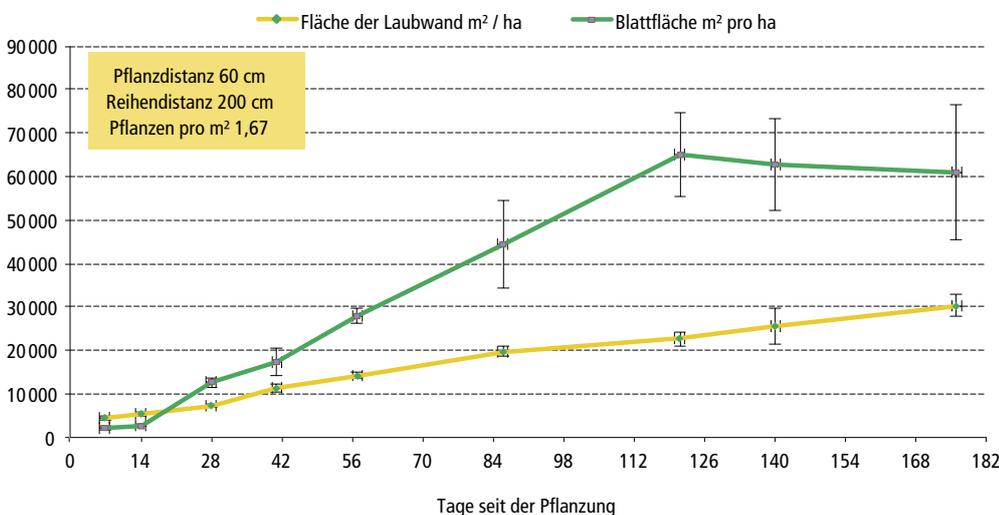


Abb. 5 | Verlauf der Fläche der Laubwand und der effektiven Blattfläche einer Auberginenkultur Sorte Madonna vom 7. bis 176. Tag nach der Pflanzung.

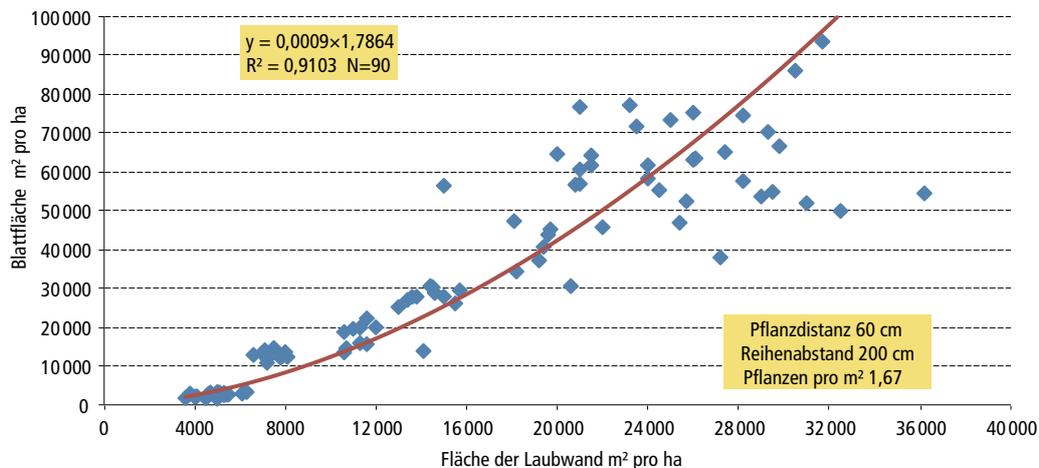


Abb. 6 | Zusammenhang zwischen der Fläche der Laubwand und der Blattfläche bei Auberginen Sorte Madonna.

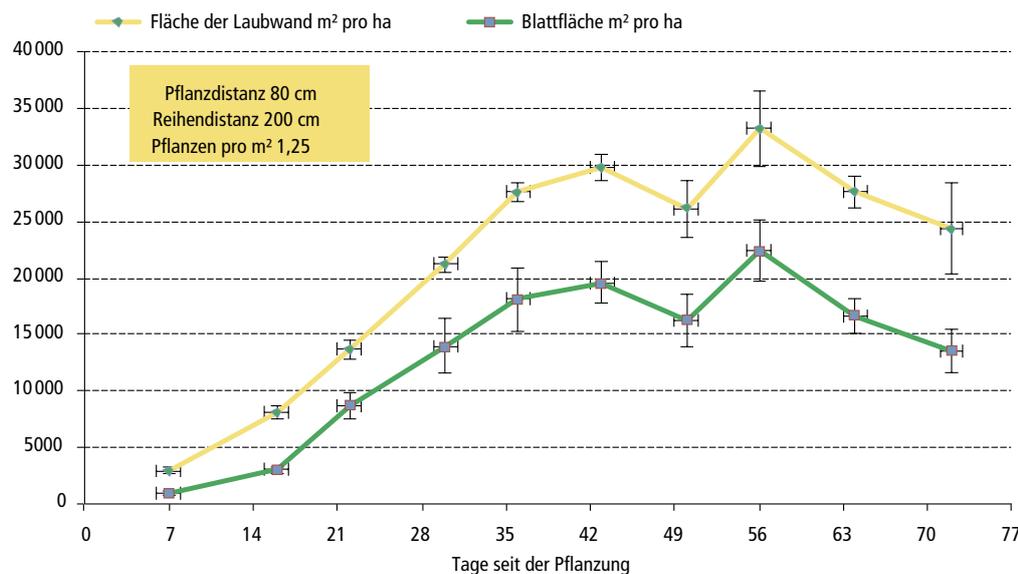


Abb. 7 | Verlauf der Fläche der Laubwand und der effektiven Blattfläche einer Gurkenkultur Sorte Loustik vom 7. bis 77. Tag nach der Pflanzung.

## Schlussfolgerungen

In der Schweiz führen die meisten Bewilligungen von Pflanzenschutzmitteln für den Einsatz im Gewächshaus eine Anwendungskonzentration auf (siehe Information im Kasten). Der Anwender weiss damit zwar, wie konzentriert das Pflanzenschutzmittel in der Spritzbrühe zu bemessen ist, aber es bleibt unklar, welche Brühemenge

und damit welche Produktmenge auf die jeweils vorhandene Kultur appliziert werden soll. ACW und die Applikationstechnikgruppe der Firma Syngenta Crop Protection AG pflegen seit vielen Jahren eine gute Zusammenarbeit im Obst-, Wein- und Gemüsebau. ACW und Syngenta haben die zur Zeit vorliegenden Daten zu Gewächshausgemüsekulturen aus dem In- und Ausland analysiert. Zur Diskussion steht zur Zeit ein vorläufiges

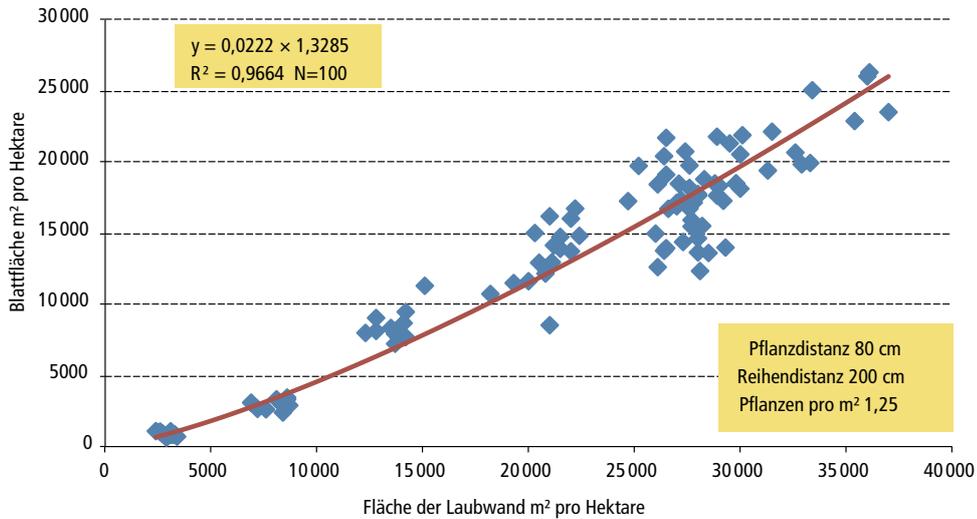


Abb. 8 | Zusammenhang zwischen der Fläche der Laubwand und der Blattfläche bei Gurken Sorte Loustik.

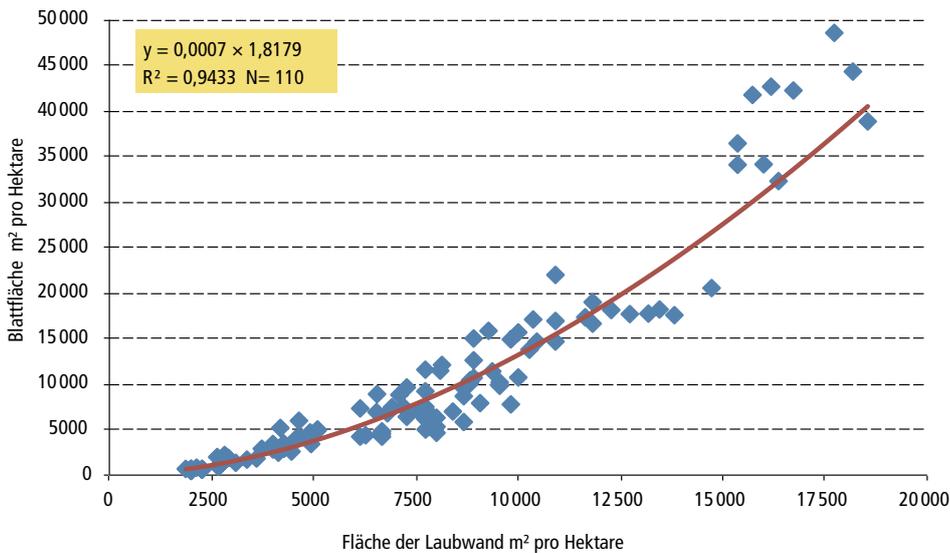


Abb. 9 | Zusammenhang zwischen der Fläche der Laubwand und der Blattfläche bei Gemüsepaprika Sorten Derby, Golden Summer und Selmabel.

Arbeitsmodell, das weiter zu überprüfen und mit zusätzlichen Daten zu ergänzen und zu validieren ist. Dieses Modell geht als Arbeitshypothese davon aus, dass die Basisproduktmenge, errechnet aus der bewilligten Anwendungskonzentration und der Basiswassermenge von 1000 Liter pro Hektare, sich auf eine Laubwandfläche von 20000 m<sup>2</sup> pro Hektare beziehen soll. Wird bei einer Kultur eine Laubwandfläche von 15000 m<sup>2</sup>/ha

ermittelt, würde das Brühevolumen bei gleichbleibender Konzentration auf 750 l/ha reduziert, umgekehrt würde bei einer Laubwandfläche von 30000 m<sup>2</sup>/ha das Brühevolumen auf 1500 l/ha erhöht. In der Praxis wäre somit die jeweilige Laubwandfläche zu ermitteln und durch 20 zu dividieren, um das Brühevolumen mit der bewilligten einfachen Konzentration des Pflanzenschutzmittels zu errechnen. Dieses Arbeitsmodell wird nun im europä-

ischen Kontext sowohl im Obst- und Weinbau wie auch im Gemüsebau diskutiert. Das Modell, allenfalls mit Anpassungen an die unterschiedlichen Gemüsekulturen, wird mit weiteren Versuchen und Messungen in Bezug auf Wirkung und Rückstände zu validieren sein. Damit ein solches Modell in der Praxis erfolgreich zur Anwendung kommen kann, braucht es jedoch auch Applikationsgeräte, welche das Brühvolumen gut in der Kultur verteilen, inklusive der Blattunterseiten. Mit gut gebauten und auf die Kultur eingestellten Geräten sollte eine möglichst hohe Wiederfindungsrate erreicht werden.

Die bisherigen Arbeiten und Diskussionen mit Kollegen im europäischen Umfeld geben zur Hoffnung Anlass, dass wir uns auf einem erfolgversprechenden Weg befinden. Zweifellos ist noch einige Arbeit zu bewältigen, bis robuste, praxistaugliche Empfehlungen vorliegen, welche sowohl in der Schweiz wie im umliegenden Europa brauchbar sind. Man darf jedoch von der Annahme ausgehen, dass ähnlich wie im Obstbau (Rüegg J. und Viret O. 1999; Rüegg J. et al. 1999), Weinbau (Siegfried W. et al. 2007) und Beerenbau (Rüegg J. und Neuweiler R. 2003), wo bereits brauchbare Dosiermodelle und gute Geräte im Einsatz sind, auch für die wichtigen Gewächshausgemüsekulturen Tomaten, Gurken, Auberginen und Paprika praxisgerechte Lösungen erarbeitet werden können. ■

---

### Dosierung von Pflanzenschutzmitteln

Gegenwärtig geben die schweizerischen Pflanzenschutzmittelbewilligungen bei den meisten Fungiziden, Insektiziden und Akariziden für die Anwendung im Gewächshaus nur eine Konzentration in % zur Herstellung der Spritzbrühe an. In andern europäischen Ländern wird oft die Produktmenge pro 100 Liter Spritzbrühe angegeben. Die Produktmenge pro Hektare wird üblicherweise auf einer Basiswassermenge von 1000 Litern pro Hektare berechnet. Da die Kulturen jedoch wachsen, ist eine Einheitsdosierung pro Hektare wenig sinnvoll; eine Anpassung an die wachsende Kultur wäre wünschenswert (Rüegg J. et al. 2007; Albert R. et al. 2009).

---

**Riassunto****Sulla via verso una protezione fitosanitaria adattata alla coltura di ortaggi a crescita indeterminata in serra**

Attualmente per i produttori non è molto chiaro come adattare il dosaggio di fungicidi, insetticidi e acaricidi alla crescita delle colture a crescita indeterminata in serra come pomodori, cetrioli, melanzane e peperoni. Nella maggior parte dei casi l'obiettivo nell'uso dei prodotti contro parassiti e malattie fungine deve essere orientato alla superficie fogliare della coltura. Misurazioni preliminari mostrano che la superficie fogliare delle colture di melanzane, cetrioli e peperoni può essere stimata indirettamente e in modo sufficientemente preciso mediante il semplice rilevamento della superficie della parete fogliare. Nel pomodoro, a causa dei diversi sistemi di coltura e delle numerose varietà, è necessario eseguire ulteriori misurazioni. Proponiamo come modello di lavoro provvisorio, una superficie fogliare di 20 000 m<sup>2</sup>/ha come base di riferimento per una poltiglia di 1000 l/ha contenente il prodotto alla concentrazione omologata. Come per la coltivazione di frutti, uva e bacche la poltiglia aumenterà, o diminuirà, linearmente a dipendenza della superficie della parete fogliare presente. Questo modello di dosaggio provvisorio dovrà essere validato attraverso ulteriori misure e prove. Per quanto concerne le irroratrici, bisognerà migliorare la loro capacità di distribuzione della poltiglia in modo da ottenere una copertura la più completa possibile della coltura.

**Literatur**

- Rüeegg J. & Viret O. 1999. Determination of the tree row volume in stone fruit orchards as a tool for adapting the spray dosage. *EPPO Bulletin* **29**, 95–101.
- Rüeegg J., Siegfried W., Holliger E., Viret O. & Raisigl U. 1999. Anpassung der Menge des Pflanzenschutzmittels an das Baumvolumen der Kern- und Steinobstbäume. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **9**, 237–240.
- Rüeegg J. & Neuweiler R. 2003. Massgeschneiderter Pflanzenschutz in Beerenkulturen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **4**, 1–12.

**Summary****Crop-adapted crop protection measures in high-growing greenhouse vegetables**

Currently the grower of glasshouse crops such as tomatoes, cucumbers, eggplants or sweet pepper does not have a clear guidance on how to adapt the dosage of fungicides, insecticides or acaricides to his growing crops. In most cases the total leaf area of the crop represents the target area for the application of crop protection products against diseases and pests. Preliminary measurements on eggplants, cucumbers and sweet pepper show that the total leaf area can be adequately estimated by the leaf wall area which is easy and quick to determine. More measurements will be necessary for tomatoes since the many varieties and forms of cultivation complicate matters here considerably. As a tentative model to estimate the total leaf area the leaf wall area is suggested whereby a leaf wall area of 20 000 m<sup>2</sup> per hectare would correspond to a single strength spray broth volume of 1000 liters per hectare. Similarly to models used in fruit-, berry- and grape production, the dose of the crop protection product would be increased or decreased linearly in relation to a greater or smaller leaf wall area. This tentative model must be tested and verified through further experiments and measurements. In addition to better crop adapted dosage of crop protection products current spray equipment used in glasshouses must be improved so as to achieve an even spray deposit on the entire canopy and a high rate of product recovery on the crop.

**Key words:** leaf area model, dosage, crop protection products, vegetables, glasshouse, eggplant, cucumber, sweet pepper, tomato, crop adapted spraying.

- Rüeegg J., Heller W., Baur R., Krauss R. & Neuweiler R. 2007. Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau: Dosierung und Wasservolumen. *Der Gemüsebau* **5**, 9.
- Siegfried W., Viret O., Huber B. & Wohlhauser R. 2007. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. *Crop Protection*. **26**, 73–82.
- Albert R., Luedtke H. & Merz F. 2009. Pflanzenschutz im Erwerbsgemüsebau 2009. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), 76227 Karlsruhe, Baden-Württemberg.